

IN THE U.S. PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant: Takayuki NODA

Serial No.: (new)

Art Unit:

Filed: February 12, 2004

Examiner:

For: TWO-GROUP ZOOM LENS

LETTER

Commissioner for Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

February 12, 2004

Sir:

Under the provisions of 35 U.S.C. §119 and 37 C.F.R. § 1.55(a), the applicant hereby claims the right of priority based on the following application:

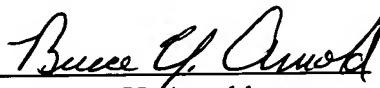
<u>Country</u>	<u>Application No.</u>	<u>Filed</u>
Japan	2003 - 055380	March 3, 2003

A certified copy of the above-noted application is attached hereto.

Please charge any fees under 37 C.F.R. § 1.16 - 1.21(h) or credit any overpayment to Deposit Account No. 01-2509.

Respectfully submitted,

ARNOLD INTERNATIONAL

By   
Bruce Y. Arnold  
Reg. No. 28,493

(703) 759-2991

P.O. Box 129  
Great Falls, VA 22066-0129

日本国特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日 2003年 3月 3日  
Date of Application:

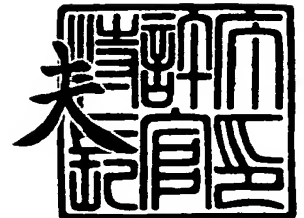
出願番号 特願2003-055380  
Application Number:  
[ST. 10/C]: [JP 2003-055380]

出願人 富士写真光機株式会社  
Applicant(s):

2003年11月18日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今井 康



【書類名】 特許願

【整理番号】 FK0994

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G02B 15/20

【発明者】

【住所又は居所】 埼玉県さいたま市植竹町 1 丁目 3 2 4 番地 富士写真光機株式会社内

【氏名】 野田 隆行

【特許出願人】

【識別番号】 000005430

【氏名又は名称】 富士写真光機株式会社

【代理人】

【識別番号】 100097984

【弁理士】

【氏名又は名称】 川野 宏

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 041597

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 2群ズームレンズ

【特許請求の範囲】

【請求項1】 物体側から順に、第1レンズ群、明るさ絞り、および第2レンズ群を配設してなる2群ズームレンズにおいて、

前記第1レンズ群は、物体側から順に、負の屈折力を有し、少なくとも1面を非球面とした合成樹脂製の第1レンズと、正の屈折力を有する第2レンズとからなり、

前記第2レンズ群は、物体側から順に、両面を凸形状とするとともに、少なくとも1面を非球面とした合成樹脂製の第3レンズと、負の屈折力を有し、物体側面の曲率の絶対値が像側面の曲率の絶対値よりも小さい第4レンズと、該第4レンズと接合され、両面を凸形状とした第5レンズとからなり、

下記条件式(1)～(4)を満足してなることを特徴とする2群ズームレンズ。

$$B^{1/2} < f_{G2}/f_W < 0.9B \quad \dots (1)$$

$$-2.0 < f_{g1}/f_W < -1.5 \quad \dots (2)$$

$$R_{g3F}/f_W > 0.8 \quad \dots (3)$$

$$|f_{G1}/f_W| < 3B \quad \dots (4)$$

ただし、

B : ズーム倍率

$f_{G1}$  : 第1レンズ群の焦点距離

$f_{G2}$  : 第2レンズ群の焦点距離

$f_{g1}$  : 第1レンズの焦点距離

$f_W$  : 広角端における全系の焦点距離

$R_{g3F}$  : 第3レンズの物体側面の曲率半径

【請求項2】 物体側から順に、第1レンズ群および第2レンズ群を配設してなる2群ズームレンズにおいて、

前記第1レンズ群は、物体側から順に、負の屈折力を有し、少なくとも1面を非球面とした合成樹脂製の第1レンズと、正の屈折力を有する第2レンズとから

なり、

前記第2レンズ群は、物体側から順に、両面を凸形状とするとともに、少なくとも1面を非球面とした合成樹脂製の第3レンズと、負の屈折力を有し、物体側面の曲率の絶対値が像側面の曲率の絶対値よりも小さい第4レンズと、該第4レンズと接合され、両面を凸形状とした第5レンズとからなり、

前記第2レンズ群によりフォーカシングを行い、

下記条件式(1)～(3)、(5)および(6)を満足してなることを特徴とする2群ズームレンズ。

$$B^{1/2} < f_{G2}/f_W < 0.9B \quad \dots (1)$$

$$-2.0 < f_{g1}/f_W < -1.5 \quad \dots (2)$$

$$R_{g3F}/f_W > 0.8 \quad \dots (3)$$

$$|f_W/R_1| < 0.08 \quad \dots (5)$$

$$1.0 < |f_{g45}/f_W| < 10.0 \quad \dots (6)$$

ただし、

B : ズーム倍率

$f_{G2}$  : 第2レンズ群の焦点距離

$f_{g1}$  : 第1レンズの焦点距離

$f_{g45}$  : 第4レンズおよび第5レンズの合成焦点距離

$R_1$  : 第1レンズの物体側面の曲率半径

$R_{g3F}$  : 第3レンズの物体側面の曲率半径

$f_W$  : 広角端における全系の焦点距離

【請求項3】 前記第1レンズおよび前記第3レンズのレンズ面のうち少なくとも3面を非球面としたことを特徴とする請求項1または2記載の2群ズームレンズ。

【請求項4】 下記条件式(7)を満足してなることを特徴とする請求項1～3のうちいずれか1項記載の2群ズームレンズ。

$$|f_W/R_1| < 0.025 \quad \dots (7)$$

ただし、

$R_1$  : 第1レンズの物体側面の曲率半径

$f_w$  : 広角端における全系の焦点距離

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、合成樹脂製レンズを含む2群ズームレンズに関し、特に、CCDあるいはCMOS等の撮像素子を用いたデジタルスチルカメラ、監視用テレビカメラ等に好適で、小型かつ軽量の2群ズームレンズに関するものである。

【0002】

【従来の技術】

従来、CCDあるいはCMOS等の撮像素子を用いたデジタルスチルカメラ、監視用テレビカメラ等に用いる2群ズームレンズでは、小型化、軽量化および低コスト化の要求に応えるため、大量生産が可能でかつ軽量であるプラスチックレンズが用いられている。

【0003】

ところで、プラスチックレンズは、色収差の補正、温度変化に伴う焦点距離やバックフォーカスの変化の補償等が難しいため、非球面レンズを用いて、このような不都合を解消する技術が提案されている（例えば、特許文献1参照）。

また、2群ズームレンズでは、物体側に配設された第1レンズ群によりフォーカシングを行うことが一般的となっている。

【0004】

【特許文献1】

特開平13-21806号公報

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、従来のプラスチックレンズを用いた2群ズームレンズは、小型化、軽量化および低コスト化という要求に対して、さらなる改良の余地が残されていた。

【0006】

また、一般的な2群ズームレンズでは、物体側に配設された第1レンズ群より

も像側に配設された第2レンズ群の外径が小さい。このため、第2レンズ群の側方にフォーカス駆動機構等を配設することにより全長が短くなり、さらなる小型化を図ることができる。そして、このような構成とした場合には、その機構上、第2レンズ群によりフォーカシングを行うほうが有利である。

#### 【0007】

本発明は、上述した事情に鑑み提案されたもので、小型化、軽量化および低コスト化を図りつつ、諸収差を良好に補正することが可能な2群ズームレンズを提供することを目的とする。

#### 【0008】

##### 【課題を解決するための手段】

本発明に係る2群ズームレンズは、上述した目的を達成するため、以下の構成を備えている。

#### 【0009】

すなわち、本発明に係る2群ズームレンズは、物体側から順に、第1レンズ群、明るさ絞り、および第2レンズ群を配設してなる2群ズームレンズにおいて、前記第1レンズ群は、物体側から順に、負の屈折力を有し、少なくとも1面を非球面とした合成樹脂製の第1レンズと、正の屈折力を有する第2レンズとからなり、

前記第2レンズ群は、物体側から順に、両面を凸形状とするとともに、少なくとも1面を非球面とした合成樹脂製の第3レンズと、負の屈折力を有し、物体側面の曲率の絶対値が像側面の曲率の絶対値よりも小さい第4レンズと、該第4レンズと接合され、両面を凸形状とした第5レンズとからなり、

下記条件式(1)～(4)を満足してなることを特徴とするものである。

$$B^{1/2} < f_{G2}/f_W < 0.9B \quad \dots (1)$$

$$-2.0 < f_{g1}/f_W < -1.5 \quad \dots (2)$$

$$R_{g3F}/f_W > 0.8 \quad \dots (3)$$

$$|f_{G1}/f_W| < 3B \quad \dots (4)$$

ただし、

B : ズーム倍率

$f_{G1}$  : 第1レンズ群の焦点距離  
 $f_{G2}$  : 第2レンズ群の焦点距離  
 $f_{g1}$  : 第1レンズの焦点距離  
 $f_W$  : 広角端における全系の焦点距離  
 $R_{g3F}$  : 第3レンズの物体側面の曲率半径

【0010】

また、本発明に係る2群ズームレンズは、物体側から順に、第1レンズ群および第2レンズ群を配設してなる2群ズームレンズにおいて、

前記第1レンズ群は、物体側から順に、負の屈折力を有し、少なくとも1面を非球面とした合成樹脂製の第1レンズと、正の屈折力を有する第2レンズとからなり、

前記第2レンズ群は、物体側から順に、両面を凸形状とするとともに、少なくとも1面を非球面とした合成樹脂製の第3レンズと、負の屈折力を有し、物体側面の曲率の絶対値が像側面の曲率の絶対値よりも小さい第4レンズと、該第4レンズと接合され、両面を凸形状とした第5レンズとからなり、

前記第2レンズ群によりフォーカシングを行い、

下記条件式(1)～(3)、(5)および(6)を満足してなることを特徴とするものである。

$$B^{1/2} < f_{G2}/f_W < 0.9B \quad \dots (1)$$

$$-2.0 < f_{g1}/f_W < -1.5 \quad \dots (2)$$

$$R_{g3F}/f_W > 0.8 \quad \dots (3)$$

$$|f_W/R_1| < 0.08 \quad \dots (5)$$

$$1.0 < |f_{g45}/f_W| < 1.00 \quad \dots (6)$$

ただし、

$B$  : ズーム倍率

$f_{G2}$  : 第2レンズ群の焦点距離

$f_{g1}$  : 第1レンズの焦点距離

$f_{g45}$  : 第4レンズおよび第5レンズの合成焦点距離

$R_1$  : 第1レンズの物体側面の曲率半径



$R_{g3F}$  : 第3レンズの物体側面の曲率半径

$f_W$  : 広角端における全系の焦点距離

【0011】

また、前記2群ズームレンズにおいて、前記第1レンズおよび前記第3レンズのレンズ面のうち少なくとも3面を非球面とすることが好ましい。

【0012】

また、前記2群ズームレンズにおいて、前記条件式(5)に代えて下記条件式(7)を満足してなることが好ましい。

$$|f_W/R_1| < 0.025 \quad \dots (7)$$

【0013】

【発明の実施の形態】

以下、図面に示す具体的な実施例を参照して、本発明に係る2群ズームレンズの実施形態を説明する。図1は、本発明の実施形態に係る2群ズームレンズ（実施例1のものを代表させて示している）のレンズ構成図である。

【0014】

本発明の実施形態に係る2群ズームレンズは、図1に示すように、物体側から順に、第1レンズ群 $G_1$ 、明るさ絞り3、および第2レンズ群 $G_2$ を配設してなる。

【0015】

この2群ズームレンズは、第1レンズ群 $G_1$ および第2レンズ群 $G_2$ を両者が相対的に近づくよう光軸Xに沿って移動させることにより、広角から望遠に向かって変倍するとともに、第2レンズ群 $G_2$ を光軸Xに沿って移動させることにより、フォーカシングを行うようになっている。なお、図1において、上段に、広角端におけるレンズ構成図を示し、下段に、変倍に伴う第1レンズ群 $G_1$ および第2レンズ群 $G_2$ の移動軌跡を示している。

【0016】

また、第2レンズ群 $G_2$ と結像面（CCD撮像面）1上の結像位置Pとの間には平行平板（カバーガラス等）2が配されている。

ここで、第1レンズ群 $G_1$ は、物体側から順に、負の屈折力を有し、少なくと

も 1 面を非球面とした合成樹脂製の第 1 レンズ  $L_1$  と、正の屈折力を有する第 2 レンズ  $L_2$  により構成される。

### 【0017】

また、第 2 レンズ群  $G_2$  は、物体側から順に、両面を凸形状とするとともに、少なくとも 1 面を非球面とした合成樹脂製の第 3 レンズ  $L_3$  と、負の屈折力を有し、物体側面の曲率の絶対値が像側面の曲率の絶対値よりも小さい（本実施形態においては平凹レンズとされている）第 4 レンズ  $L_4$  と、両凸形状の第 5 レンズ  $L_5$  からなり、第 4 レンズ  $L_4$  と第 5 レンズ  $L_5$  は接合レンズとなっている。

なお、上記非球面はいずれも下記非球面式で表される。

### 【0018】

#### 【数 1】

$$Z = \frac{Y^2/R}{1 + (1 - K \times Y^2/R^2)^{1/2}} + \sum_{i=2}^5 A_{2i} Y^{2i}$$

ただし、

$Z$  : 光軸方向への非球面深さ

$Y$  : 光軸からの高さ

$R$  : 近軸曲率半径

$K$  : 離心率

$A_{2i}$  : 高次の非球面係数 ( $i = 2 \sim 5$ )

### 【0019】

この 2 群ズームレンズは、下記の条件式 (1) ~ (6) を満足する。さらに、下記条件式 (5) に代えて条件式 (7) を満足するように構成することが好ましい。

$$B^{1/2} < f_{G2}/f_W < 0.9B \quad \dots (1)$$

$$-2.0 < f_{g1}/f_W < -1.5 \quad \dots (2)$$

$$R_{g3F}/f_W > 0.8 \quad \dots (3)$$

$$|f_{G1}/f_W| < 3B \quad \dots (4)$$

$$|f_W/R_1| < 0.08 \quad \dots (5)$$

$$1.0 < |f_{g45}/f_W| < 1.00 \quad \dots (6)$$

$$|f_W/R_1| < 0.025 \quad \dots (7)$$

ただし、

B : ズーム倍率

$f_{G1}$  : 第1レンズ群の焦点距離

$f_{G2}$  : 第2レンズ群の焦点距離

$f_{g1}$  : 第1レンズの焦点距離

$f_{g45}$  : 第4レンズおよび第5レンズの合成焦点距離

$f_W$  : 広角端における全系の焦点距離

$R_1$  : 第1レンズの物体側面の曲率半径

$R_{g3F}$  : 第3レンズの物体側面の曲率半径

#### 【0020】

次に、条件式(1)～(7)の意義について説明する。

条件式(1)は、第2レンズ群 $G_2$ の焦点距離 $f_{G2}$ と広角端における全系の焦点距離 $f_W$ との比 $f_{G2}/f_W$ の値を、ズーム倍率 $B$ との関係において規定することにより、像面湾曲と歪曲収差とのバランスを良好に保つとともに、バックフォーカスを小さく抑えるための条件式である。この条件式(1)において、 $f_{G2}/f_W$ の値が下限値を上回っていれば、像面湾曲と歪曲収差とのバランスを良好に保って、良好な像を得ることができる。一方、 $f_{G2}/f_W$ の値が上限値を下回っていれば、バックフォーカスが短くなり、ズームレンズ全体の小型化を図ることができる。

#### 【0021】

条件式(2)は、第1レンズ $L_1$ の焦点距離 $f_{g1}$ と広角端における全系の焦点距離 $f_W$ との比 $f_{g1}/f_W$ の値を規定することにより、諸収差を良好に補正するとともに、第2レンズ群 $G_2$ を小型化するための条件式である。この条件式(2)において、 $f_{g1}/f_W$ の値が下限値を上回っていれば、第1レンズ群 $G_1$ で発生する諸収差を小さく抑えて、この諸収差を第2レンズ群 $G_2$ で十分に補正することができる。一方、 $f_{g1}/f_W$ の値が上限値を下回っていれば、バックフォーカスを適切に確保することにより第2レンズ群 $G_2$ を小型化して、ズームレンズ全体の小型化を図ることができる。

#### 【0022】

条件式 (3) は、第 3 レンズ  $L_3$  の物体側面の曲率半径  $R_{g3F}$  と広角端における全系の焦点距離  $f_W$  との比  $R_{g3F}/f_W$  の値を規定することにより、明るさ絞り 3 に対して第 3 レンズ  $L_3$  が多少位置ズレを生じた場合であっても性能劣化を抑えるための条件式である。この条件式 (3) において、 $R_{g3F}/f_W$  の値が下限値を上回っていれば、明るさ絞り 3 に対する第 3 レンズ  $L_3$  の位置が多少ずれたとしても、性能劣化を小さく抑えることができる。

#### 【0023】

条件式 (4) は、第 1 レンズ群  $G_1$  の焦点距離  $f_{G1}$  と広角端における全系の焦点距離  $f_W$  の比  $f_{G1}/f_W$  の絶対値を、ズーム倍率  $B$  との関係において規定することにより、第 1 レンズ群  $G_1$  を用いてフォーカシングを行う際における第 1 レンズ群  $G_1$  の移動量を小さく抑えるための条件式である。この条件式 (4) において、 $f_{G1}/f_W$  の絶対値が上限値を下回っていれば、第 1 レンズ群  $G_1$  を用いてフォーカシングを行う際における第 1 レンズ群  $G_1$  の移動量が適切に抑えられるので、第 1 レンズ群  $G_1$  の繰り出し量が少なくなり、ズームレンズの全長および沈胴長が短くなってズームレンズ全体の小型化を図ることができる。

#### 【0024】

条件式 (5) および条件式 (7) は、広角端における全系の焦点距離  $f_W$  と第 1 レンズ  $L_1$  の物体側面の曲率半径  $R_1$  の比  $f_W/R_1$  の絶対値を規定することにより、第 1 レンズ  $L_1$  の製造を容易にするとともに、第 1 レンズ  $L_1$  の損傷を防止するための条件式である。

#### 【0025】

本実施形態のように第 1 レンズ群  $G_1$  を負の第 1 レンズ  $L_1$  および正の第 2 レンズ  $L_2$  の 2 枚構成とした場合には、負の第 1 レンズ  $L_1$  のパワーを強くせざるを得ず、特に樽型の歪曲収差が発生する。そこで、本実施形態では、第 1 レンズ  $L_1$  を合成樹脂製とするとともに、少なくとも 1 面を非球面としている。

#### 【0026】

ところで、合成樹脂によりレンズを製造する場合には、各面の曲率が小さいことが、成型時に正確な形状を転写するうえで有利である。また、第 1 レンズ  $L_1$  を物体側に凸面を有する負レンズとした場合には、凸面の曲率を大きくすればす

るほど、像側における凹面の深さが大きくなってしまいます。したがって、成型時に正確な形状を転写するためには、第1レンズ $L_1$ の物体側面の形状を平面に近づけることが好ましい。

#### 【0027】

また、第1レンズ $L_1$ は合成樹脂製であるため傷つきやすい。このため、特にズームレンズの最先端面である第1レンズ $L_1$ の物体側面を、曲率半径が小さな凸面とすると、ズームレンズの最先端面に異物が接触した場合に局部的な力が加わり、大きな傷が生じるおそれがある。

#### 【0028】

さらに、レンズ沈胴時におけるレンズ長を小さくするためには、ズームレンズの最先端面である第1レンズ $L_1$ の物体側面を平面に近づけることが好ましい。

#### 【0029】

条件式(5)において、 $f_W/R_1$ の絶対値が上限値を下回っていれば、ズームレンズの最先端面である第1レンズ $L_1$ の物体側面が平面に近くなり、第1レンズ $L_1$ の製造が容易となるとともに、第1レンズ $L_1$ の損傷を未然に防止することができる。また、条件式(7)において、 $f_W/R_1$ の絶対値が上限値を下回っていれば、第1レンズ $L_1$ の製造がさらに容易となるとともに、第1レンズ $L_1$ の損傷をさらに確実に防止することができる。

#### 【0030】

条件式(6)は、第4レンズ $L_4$ および第5レンズ $L_5$ の合成焦点距離 $f_{g45}$ と広角端における全系の焦点距離 $f_W$ の比 $f_{g45}/f_W$ の絶対値を規定することにより、第2レンズ群 $G_2$ を構成する接合レンズ(第4レンズ $L_4$ および第5レンズ $L_5$ )により色収差を良好に補正するとともに、温度変化に伴う性能劣化を抑えるための条件式である。この条件式(6)において、 $f_{g45}/f_W$ の絶対値が下限値を下回ると、接合レンズ(第4レンズ $L_4$ および第5レンズ $L_5$ )により軸上および像面における色収差を補正している効果が減少してしまう。一方、 $f_{g45}/f_W$ の絶対値が上限値を上回ると、接合レンズ(第4レンズ $L_4$ および第5レンズ $L_5$ )をガラスレンズとした場合に、温度特性に優れたガラスレンズの効果が減少し、温度に対する性能劣化が激しくなってしまう。

## 【0031】

なお、本発明に係る2群ズームレンズとしては種々の態様の変更が可能であり、例えば各レンズの形状および非球面の形状は適宜選択し得る。

## 【0032】

## 【実施例】

## ＜実施例1＞

実施例1に係る2群ズームレンズの構成を図1に示す。この2群ズームレンズの構成は実施形態として説明した通りである。なお、本実施例において第1レンズL<sub>1</sub>は、像側に凹面を向けた負のメニスカスレンズからなり、第2レンズL<sub>2</sub>は、物体側に凸面を向けた正のメニスカスレンズからなり、第3レンズL<sub>3</sub>は、両凸レンズからなり、第4レンズL<sub>4</sub>は、像側に凹面を向けた平凹レンズからなり、第5レンズL<sub>5</sub>は、両凸レンズからなり、第4レンズL<sub>4</sub>と第5レンズL<sub>5</sub>は接合レンズとなっている。また、第1レンズL<sub>1</sub>の両面および第3レンズL<sub>3</sub>の両面は、上記非球面式により表される非球面となっている。

## 【0033】

なお、本実施例における各数値は、広角端における全系の焦点距離を100として規格化されている。

## 【0034】

下記表1上段に、この2群ズームレンズの各レンズ面の曲率半径R、各レンズの中心厚および各レンズ間の空気間隔（以下、これらを総称して軸上面間隔という）D、各レンズのd線における、屈折率Nおよびアッベ数 $\nu$ の値を示す。ここで、D<sub>10</sub>は空気換算した第5レンズL<sub>5</sub>の像側面から結像面1までの距離を示している。なお、平行平板2（N=1.52）の空気換算した厚みを18.4（実際の厚みは12.11）とした場合に、D<sub>10</sub>は12.11に256.64～446.40を加えた値となる。また、表1ならびに下記の表3および表5において、面番号の数字は物体側からの順番を表すものであり、面番号の左側に\*が付された面は非球面とされている。

## 【0035】

また、表1中段に、広角端および望遠端各位置における、焦点距離f、Fno

． の値を示すとともに、倍率、ズームレンズの全長および画角  $2\omega$  の値を示す。

さらに、表 1 下段に、上記条件式 (1) ～ (7) に対応する値を示す。

表 1 から明らかなように、本実施例は上記条件式 (1) ～ (7) を全て満足する。

【 0 0 3 6 】

【表 1】

面No.	R	D	$N_d$	$\nu_d$
*1	4154.278	29.57	1.50842	56.3
*2	81.154	84.94		
3	162.551	32.67	1.76181	26.6
4	214.545	386.76 ~ 25.6501		
5	(絞り)	48.92		
*6	117.608	46.08	1.50842	56.3
*7	-506.128	19.77		
8	$\infty$	16.85	1.83400	37.1
9	92.279	64.13	1.48749	70.4
10	-183.286	268.75 ~ 458.51		

\* …非球面

 $f=100\sim 280$ 、 $Fno: 3.14\sim 4.65$ 、倍率: 2.80、全長: 991、 $2\omega=65.0^\circ$ 

$$(1) \quad f_{G2}/f_W = 2.447$$

$$(2) \quad f_{g1}/f_W = -1.656$$

$$(3) \quad R_5/f_W = 1.1985$$

$$(4) \quad |f_{G1}/f_W| = 2.3468$$

$$(5)、(7) \quad |f_W/R_1| = 0.02362$$

$$(6) \quad |f_{g45}/f_W| = 14.771$$

【0037】

下記表 2 に、本実施例の各非球面に関する各定数  $K$ 、 $A_4$ 、 $A_6$ 、 $A_8$ 、 $A_{10}$  の値を示す。

【0038】



【表 2】

	K	A <sub>4</sub>	A <sub>6</sub>	A <sub>8</sub>	A <sub>10</sub>
第1面	1.3213135	$0.1119585 \times 10^{-7}$	$-0.4620284 \times 10^{-12}$	$0.5731144 \times 10^{-17}$	$0.1311926 \times 10^{-22}$
第2面	-0.2735398	$0.1562321 \times 10^{-6}$	$0.7648349 \times 10^{-12}$	$0.5206718 \times 10^{-18}$	$0.2036524 \times 10^{-24}$
第6面	1.1813229	$-0.3952729 \times 10^{-7}$	$-0.2530515 \times 10^{-12}$	$-0.4690102 \times 10^{-16}$	$0.1168846 \times 10^{-20}$
第7面	-3.0665890	$0.6448203 \times 10^{-7}$	$0.1946249 \times 10^{-11}$	$0.4507078 \times 10^{-16}$	$0.1896153 \times 10^{-20}$

## 【0 0 3 9】

## &lt;実施例 2&gt;

実施例 2 に係る 2 群ズームレンズは、実施例 1 と略同様の構成とされており、第 1 レンズ L<sub>1</sub> の両面および第 3 レンズ L<sub>3</sub> の両面は、上記非球面式により表される非球面となっている。

なお、本実施例における各数値は、広角端における全系の焦点距離を 9 8 として規格化されている。

## 【0 0 4 0】

下記表 3 上段に、この 2 群ズームレンズの各レンズ面の曲率半径 R、各レンズの中心厚および各レンズ間の空気間隔 D、各レンズの d 線における、屈折率 N およびアッペ数  $\nu$  の値を示す。ここで、D<sub>1 0</sub> は空気換算した第 5 レンズ L<sub>5</sub> の像側面から結像面 1 までの距離を示している。なお、平行平板 2 (N=1. 5 2) の厚みを 1 8. 4 (実際の厚みは 1 2. 1 1) とした場合に、D<sub>1 0</sub> は 1 2. 1 1 に 2 2 3. 0 6 ~ 4 1 0. 8 2 を加えた値となる。

## 【0 0 4 1】

また、表 3 中段に、広角端および望遠端各位置における、焦点距離 f、F n o . の値を示すとともに、倍率、ズームレンズの全長および画角 2  $\omega$  の値を示す。さらに、表 3 下段に、上記条件式 (1) ~ (7) に対応する値を示す。

表 3 から明らかなように、本実施例は上記条件式 (1) ~ (7) を全て満足する。

## 【0 0 4 2】

【表 3】

面No.	R	D	$N_d$	$\nu_d$
*1	4185.409	29.80	1.50842	56.7
*2	81.763	85.57		
3	163.769	32.91	1.76181	26.6
4	216.153	412.98 ~ 51.7453		
5	(絞り)	19.94	91.00000	
*6	118.490	46.42	1.50842	56.7
*7	-509.921	31.35		
8	$\infty$	16.98	1.83400	37.1
9	92.971	64.61	1.48749	70.4
10	-184.660	235.17 ~ 422.93		

\* …非球面

 $f = 98 \sim 289.1$ 、 $F n o. : 3.1 \sim 4.8$ 、倍率：2.95、全長：976、 $2\omega = 64.4^\circ$ 

$$(1) \quad f_{G2} / f_w = 2.422$$

$$(2) \quad f_{g1} / f_w = -1.639$$

$$(3) \quad R_5 / f_w = 1.185805$$

$$(4) \quad | f_{G1} / f_w | = 2.322$$

$$(5)、(7) \quad | f_w / R_1 | = 0.023874$$

$$(6) \quad | f_{g45} / f_w | = 14.6148$$

【0 0 4 3】

下記表 4 に、本実施例の各非球面に関する各定数  $K$ 、 $A_4$ 、 $A_6$ 、 $A_8$ 、 $A_{10}$  の値を示す。

【0 0 4 4】

【表 4】

	K	A <sub>4</sub>	A <sub>6</sub>	A <sub>8</sub>	A <sub>10</sub>
第1面	1.3213135	$0.1155903 \times 10^{-7}$	$-0.4872768 \times 10^{-12}$	$0.6174349 \times 10^{-17}$	$0.1443784 \times 10^{-22}$
第2面	-0.2735398	$0.1613001 \times 10^{-6}$	$0.8066306 \times 10^{-12}$	$0.5609367 \times 10^{-18}$	$0.2241208 \times 10^{-24}$
第6面	1.1813229	$-0.4080950 \times 10^{-7}$	$-0.2668800 \times 10^{-12}$	$-0.5052800 \times 10^{-16}$	$0.1286322 \times 10^{-20}$
第7面	-3.0665890	$0.6657373 \times 10^{-7}$	$0.2052605 \times 10^{-11}$	$0.4855623 \times 10^{-16}$	$0.2086729 \times 10^{-20}$

## 【0 0 4 5】

## &lt;実施例 3&gt;

実施例 3 に係る 2 群ズームレンズは、実施例 1 と略同様の構成とされており、第 1 レンズ L<sub>1</sub> の両面および第 3 レンズ L<sub>3</sub> の両面は、上記非球面式により表される非球面となっている。

なお、本実施例における各数値は、広角端における全系の焦点距離を 1 0 0 として規格化されている。

## 【0 0 4 6】

下記表 5 上段に、この 2 群ズームレンズの各レンズ面の曲率半径 R、各レンズの中心厚および各レンズ間の空気間隔 D、各レンズの d 線における、屈折率 N およびアッペ数  $\nu$  の値を示す。ここで、D<sub>1 0</sub> は空気換算した第 5 レンズ L<sub>5</sub> の像側面から結像面 1 までの距離を示している。なお、平行平板 2 (N=1. 5 2) の厚みを 1 8. 3 3 (実際の厚みは 1 2. 0 6) とした場合には、D<sub>1 0</sub> はこの 1 2. 0 6 に 2 2 0. 5 9 ~ 4 0 4. 2 9 を加えた値となる。

## 【0 0 4 7】

また、表 5 中段に、広角端および望遠端各位置における、焦点距離 f、F n o . の値を示すとともに、倍率、ズームレンズの全長および画角 2  $\omega$  の値を示す。さらに、表 5 下段に、上記条件式 (1) ~ (6) に対応する値を示す。

表 5 から明らかなように、本実施例は上記条件式 (1) ~ (6) を全て満足する。

## 【0 0 4 8】

【表 5】

面No.	R	D	$N_d$	$\nu_d$
*1	2238.588	29.66	1.50842	56.3
*2	81.523	85.84		
3	161.430	29.66	1.74077	27.8
4	211.873	387.54 ~ 28.50		
5	(絞り)	42.57		
*6	113.777	45.37	1.50842	56.3
*7	-527.853	28.61		
8	$\infty$	18.67	1.83400	37.1
9	89.055	62.81	1.48749	70.4
10	-183.900	232.65 ~ 416.35		

\* …非球面

$f = 100 \sim 280$ 、 $F n o. : 2.9 \sim 4.8$ 、倍率：2.80、全長：970、 $2\omega = 64.4^\circ$

$$(1) \quad f_{G2} / f_w = 2.395$$

$$(2) \quad f_{g1} / f_w = -1.670$$

$$(3) \quad R_5 / f_w = 1.13777$$

$$(4) \quad | f_{G1} / f_w | = 2.337$$

$$(5) \quad | f_w / R_1 | = 0.0446376$$

$$(6) \quad | f_{g45} / f_w | = 12.0403$$

【0 0 4 9】

下記表 6 に、本実施例の各非球面に関する各定数  $K$ 、 $A_4$ 、 $A_6$ 、 $A_8$ 、 $A_{10}$  の値を示す。

【0 0 5 0】

【表 6】

	K	A <sub>4</sub>	A <sub>6</sub>	A <sub>8</sub>	A <sub>10</sub>
第1面	1.3265017	$0.1108616 \times 10^{-7}$	$-0.4311875 \times 10^{-12}$	$0.4325617 \times 10^{-17}$	$0.1016506 \times 10^{-22}$
第2面	-0.3330598	$0.1781621 \times 10^{-6}$	$0.6861265 \times 10^{-12}$	$0.3116119 \times 10^{-18}$	$0.8563170 \times 10^{-25}$
第6面	1.1215964	$-0.3632382 \times 10^{-7}$	$-0.3762618 \times 10^{-12}$	$-0.5284419 \times 10^{-16}$	$0.1366602 \times 10^{-20}$
第7面	-2.8841543	$0.7528045 \times 10^{-7}$	$0.2051340 \times 10^{-11}$	$0.5079908 \times 10^{-16}$	$0.2216854 \times 10^{-20}$

## 【0 0 5 1】

図 2 ～ 7 は、上記実施例 1 ～ 3 に係る 2 群ズームレンズの広角端および望遠端における諸収差（球面収差、非点収差、ディストーションおよびコマ収差）を示す収差図である。なお、各球面収差図には、波長 4 2 0 n m、5 4 0 n m、6 8 0 n m に対する収差が示されており、各非点収差図には、サジタル（S）像面およびタンジェンシャル（T）像面において、それぞれ波長 4 2 0 n m、5 4 0 n m、6 8 0 n m に対する収差が示されている。また、各ディストーションおよび各コマ収差図には、波長 5 4 0 n m に対する収差が示されている。

## 【0 0 5 2】

これらの収差図から明らかなように、上述した各実施例の 2 群ズームレンズによれば、変倍領域の全体に亘って良好な収差補正がなされる。

## 【0 0 5 3】

## 【発明の効果】

以上説明したように本発明の 2 群ズームレンズによれば、非球面レンズを有する合成樹脂製レンズを用いるとともに、所定の条件式を満足することにより、諸収差を良好に補正しつつ、小型化、軽量化および低コスト化という要求を十分に満足することが可能となる。

## 【0 0 5 4】

また、像側に配設された第 2 レンズ群によりフォーカシングを行うことにより、さらなる小型化を図ることが可能となる。

## 【図面の簡単な説明】

## 【図 1】

本発明の実施例 1 に係る 2 群ズームレンズのレンズ構成図

【図 2】

本発明の実施例 1 に係る 2 群ズームレンズの広角端における収差図（球面収差、非点収差、ディストーション、コマ収差）

【図 3】

本発明の実施例 1 に係る 2 群ズームレンズの望遠端における収差図（球面収差、非点収差、ディストーション、コマ収差）

【図 4】

本発明の実施例 2 に係る 2 群ズームレンズの広角端における収差図（球面収差、非点収差、ディストーション、コマ収差）

【図 5】

本発明の実施例 2 に係る 2 群ズームレンズの望遠端における収差図（球面収差、非点収差、ディストーション、コマ収差）

【図 6】

本発明の実施例 3 に係る 2 群ズームレンズの広角端における収差図（球面収差、非点収差、ディストーション、コマ収差）

【図 7】

本発明の実施例 3 に係る 2 群ズームレンズの望遠端における収差図（球面収差、非点収差、ディストーション、コマ収差）

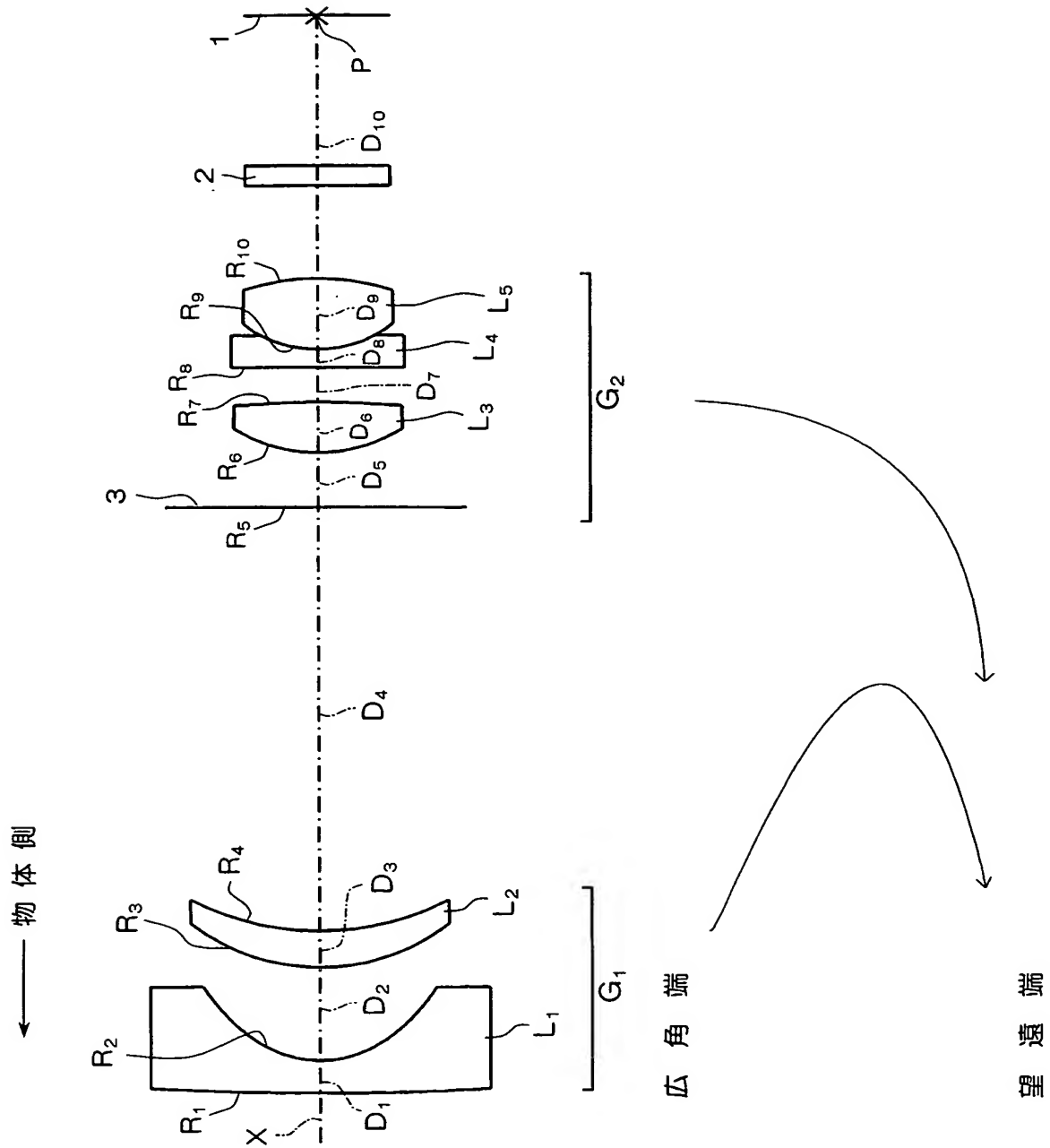
【符号の説明】

$G_1 \sim G_2$	レンズ群
$L_1 \sim L_5$	レンズ
$R_1 \sim R_{10}$	レンズ等の面の曲率半径
$D_1 \sim D_{10}$	レンズ等の面間隔（レンズ厚）
X	光軸
P	結像位置
1	結像面
2	平行平板
3	明るさ絞り

【書類名】

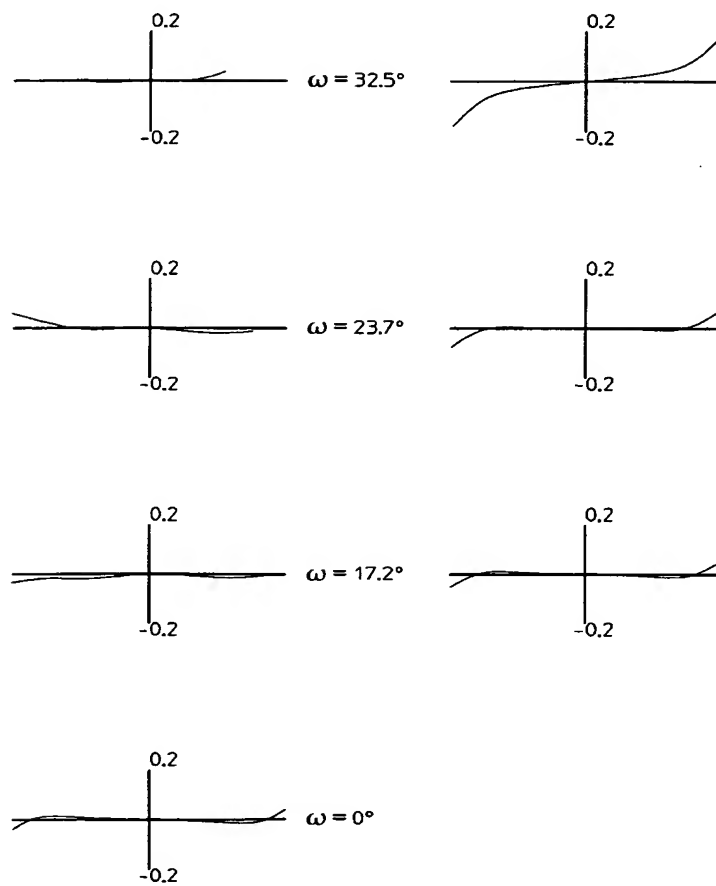
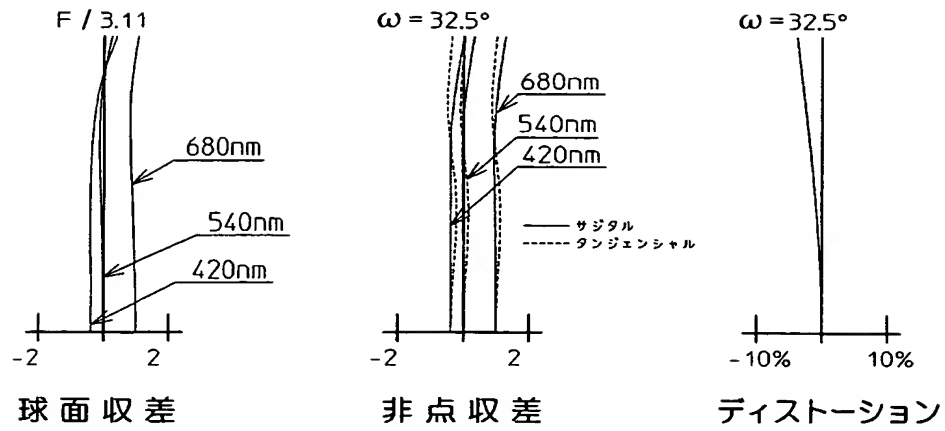
図面

【図 1】



【図 2】

## 実施例 1 ( 広角端 )

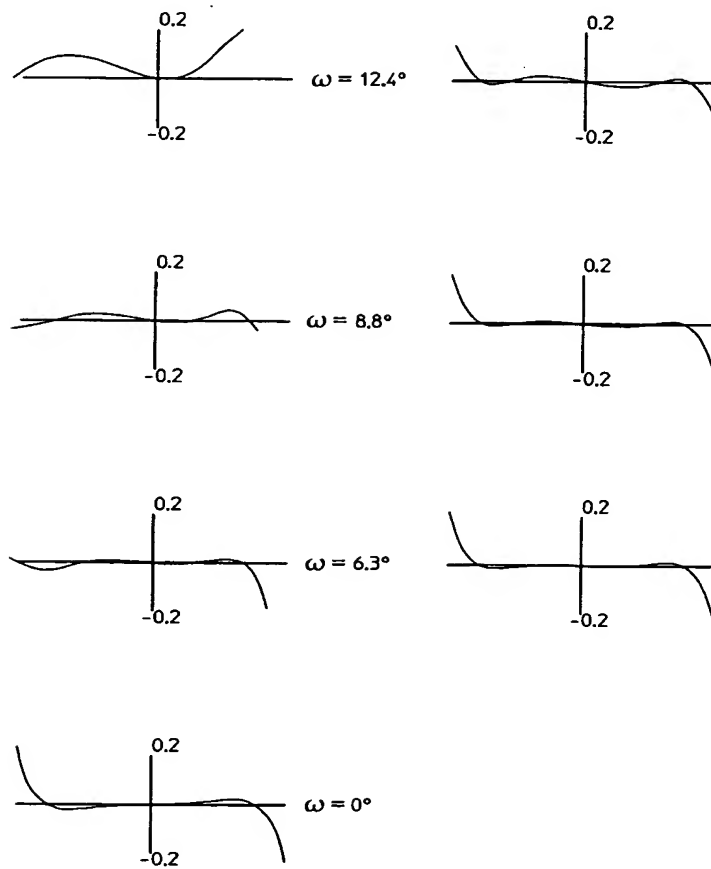
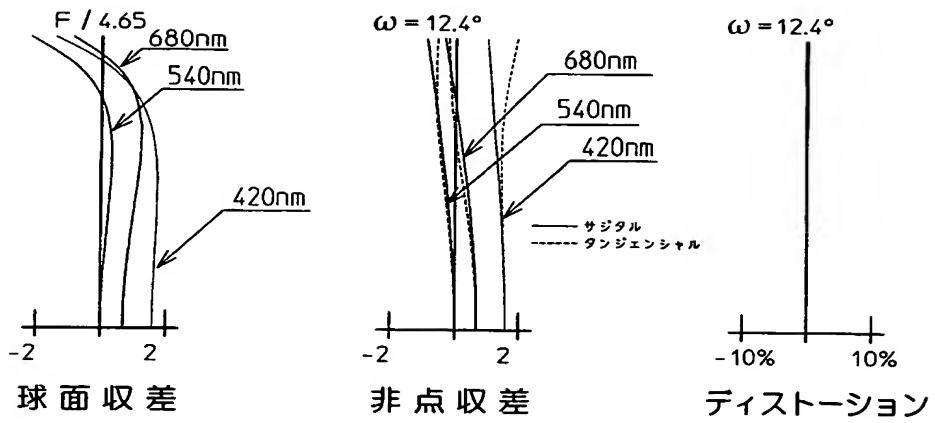


コマ収差



【図 3】

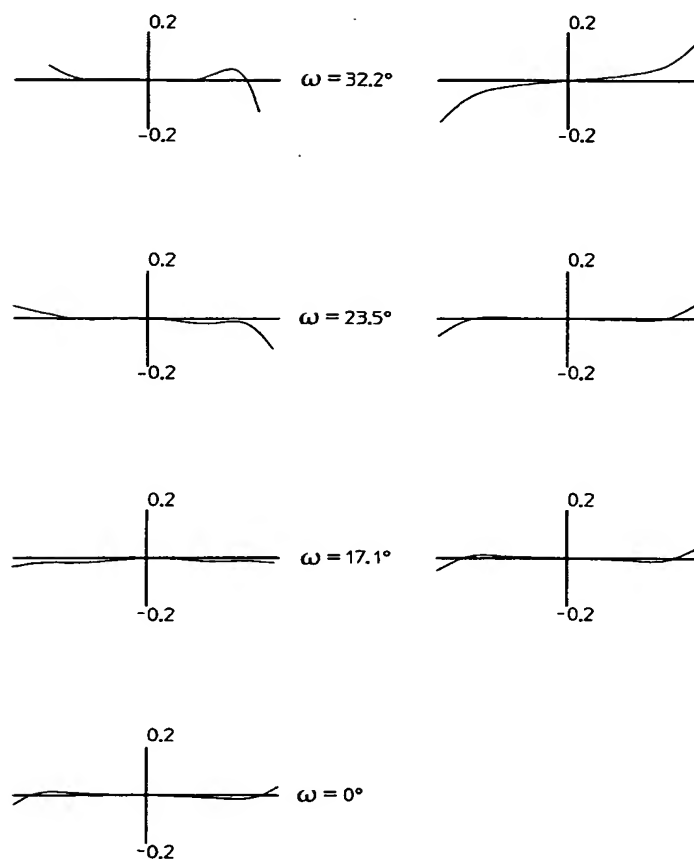
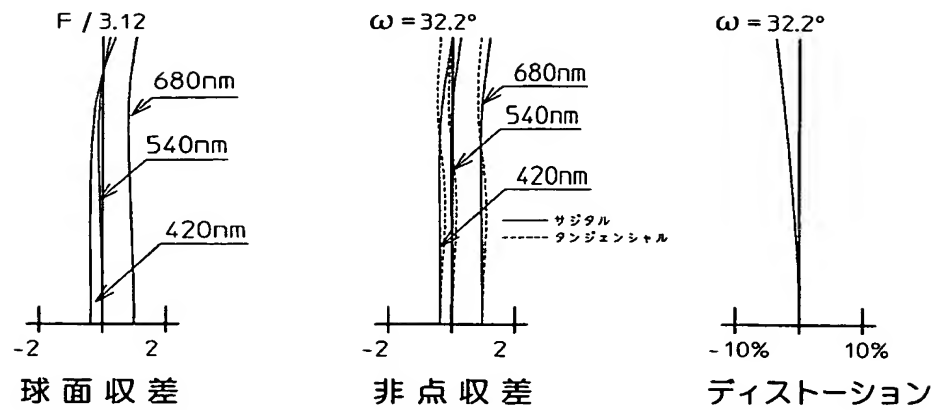
実施例 1 (望遠端)



コマ収差

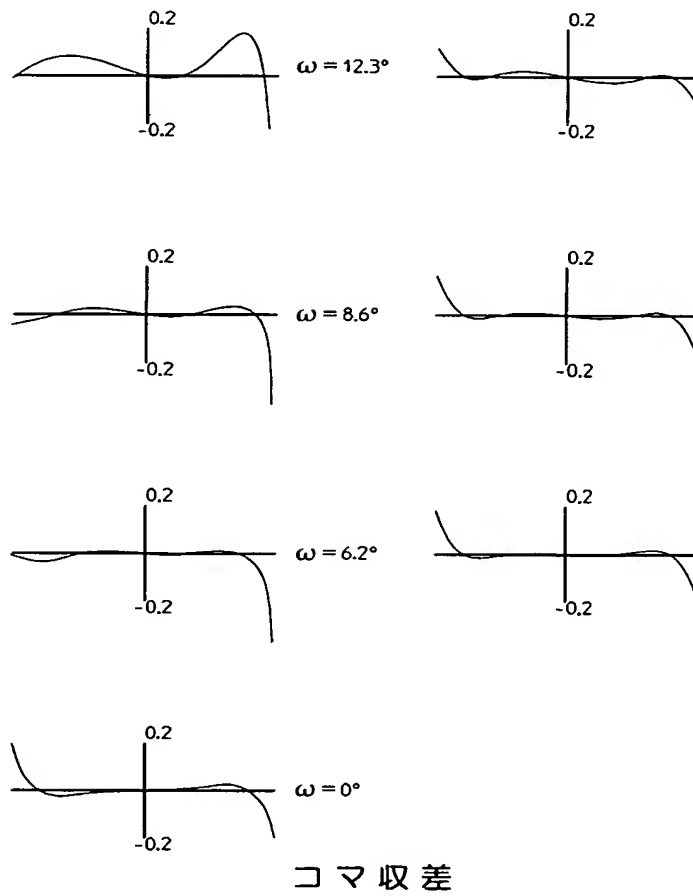
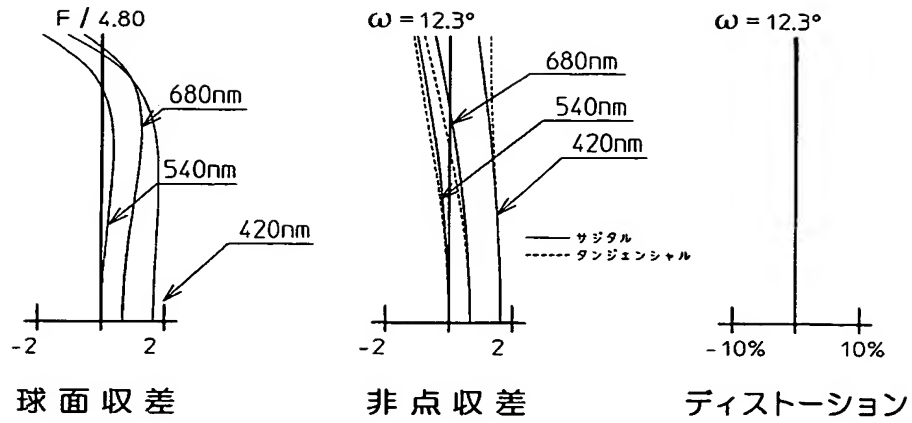
【図 4】

実施例 2 ( 広角端 )



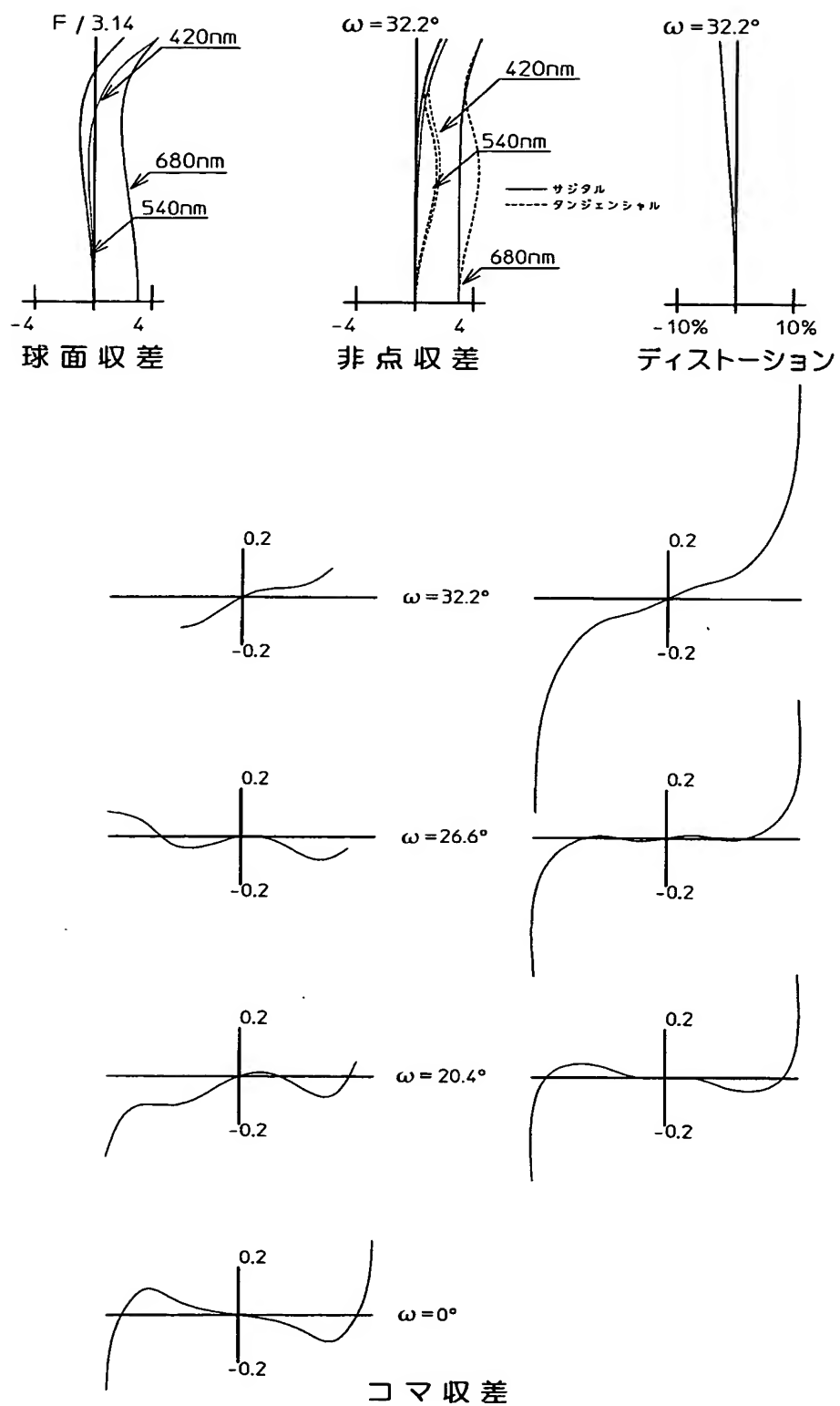
【図 5】

実施例 2 (望遠端)



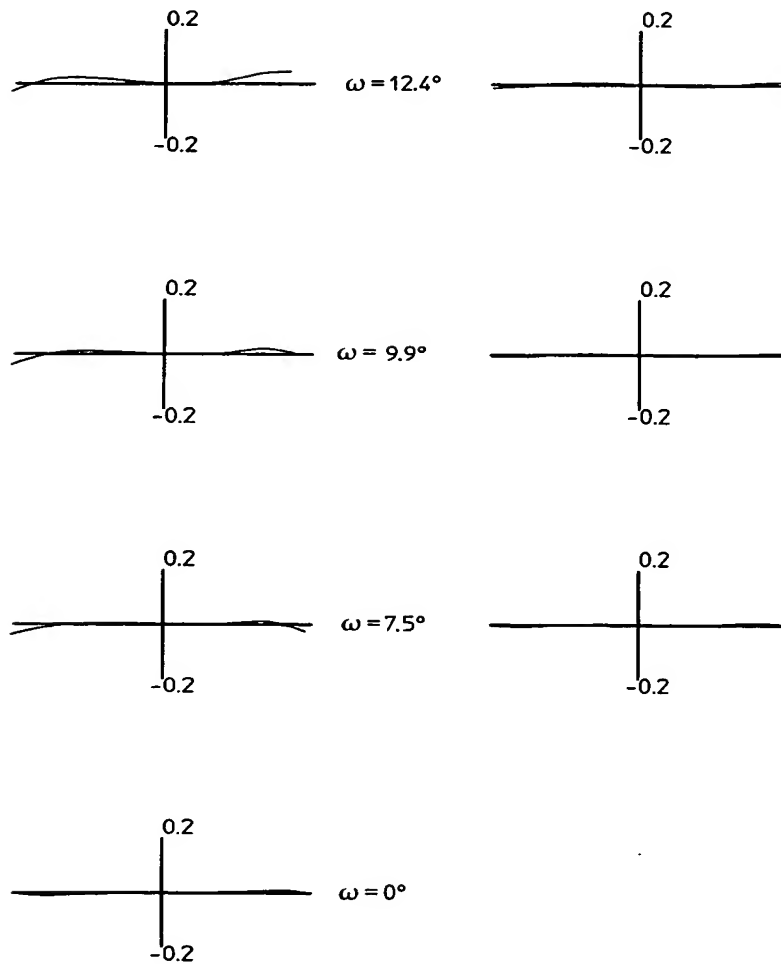
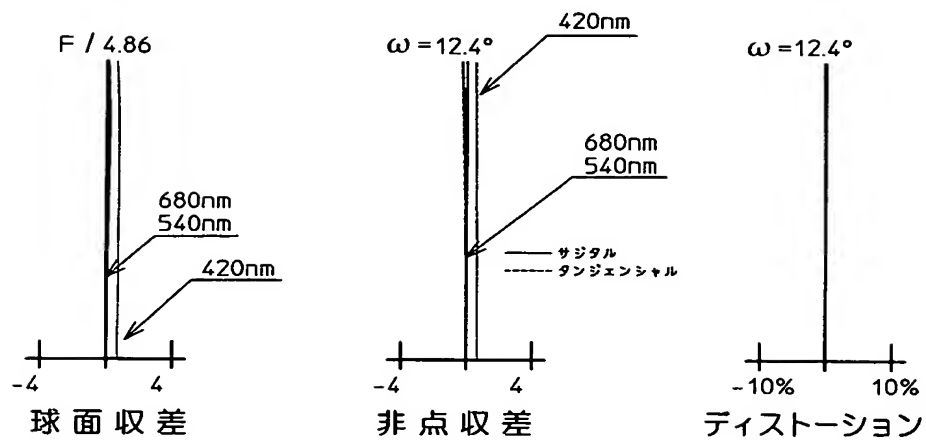
【図 6】

実施例 3 ( 広角端 )



【図 7】

## 実施例 3 (望遠端)



コマ収差

【書類名】 要約書

【要約】

【目的】 合成樹脂製の非球面レンズを用いた 2 群ズームレンズにおいて、小型化、軽量化および低コスト化を図りつつ、諸収差を良好に補正する。

【構成】 物体側から順に、少なくとも 1 面が非球面の合成樹脂製負レンズ  $L_1$  および正レンズ  $L_2$  を備えた第 1 レンズ群  $G_1$ 、明るさ絞り 3、両凸で少なくとも 1 面が非球面の合成樹脂製レンズ  $L_3$ 、物体側面の曲率の絶対値が像側面よりも小さい負レンズ  $L_4$ 、該負レンズ  $L_4$  と接合された両凸レンズ  $L_5$  を備えた第 2 レンズ群  $G_2$  からなり、条件式 (1) ~ (4) を満足する。(1)  $B^{1/2} < f_{G2}/f_W < 0.9B$ 、(2)  $-2.0 < f_{g1}/f_W < -1.5$ 、(3)  $R_{g3F}/f_W > 0.8$ 、(4)  $|f_{G1}/f_W| < 3B$ 、ただし、 $B$ : ズーム倍率、 $f_{G1}$ : 第 1 レンズ群の焦点距離、 $f_{G2}$ : 第 2 レンズ群の焦点距離、 $f_{g1}$ : 第 1 レンズの焦点距離、 $f_W$ : 広角端における全系の焦点距離、 $R_{g3F}$ : 第 3 レンズの物体側面の曲率半径

【選択図】 図 1

## 認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2 0 0 3 - 0 5 5 3 8 0
受付番号	5 0 3 0 0 3 3 9 9 1 9
書類名	特許願
担当官	第一担当上席 0 0 9 0
作成日	平成 1 5 年 3 月 4 日

### < 認定情報・付加情報 >

【提出日】 平成15年 3月 3日

次頁無

## 出願人履歷情報

$$[0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 5 \ 4 \ 3 \ 0]$$

富士写真光機株式会社

富士写真光機株式会社